

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**PCT**  
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
 Internationales Büro  
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<b>(51) Internationale Patentklassifikation<sup>6</sup> :</b> <b>B23K 35/26, 35/02, 35/30</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> <b>WO 96/19314</b>  <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 27. Juni 1996 (27.06.96)
--	-----------	--

**(21) Internationales Aktenzeichen:** PCT/DE95/01742  
**(22) Internationales Anmeldedatum:** 5. December 1995 (05.12.95)

**(30) Prioritätsdaten:**  
 P 44 46 068.6      22. December 1994 (22.12.94)      DE

**(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):** SIEMENS  
 AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
 D-80333 München (DE).

**(72) Erfinder; und**

**(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):** HÜBNER, Holger [DE/DE];  
 Hamsterweg 10, D-85598 Baldham (DE).

**(81) Bestimmungsstaaten:** JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

**Veröffentlicht**

*Mit internationalem Recherchenbericht.*

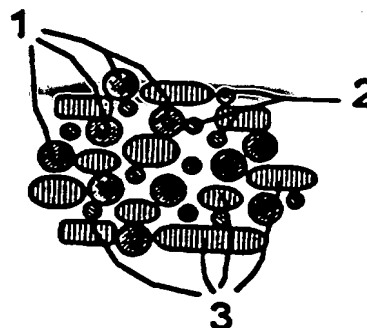
*Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.*

**(54) Title:** SOLDER AND ITS USE FOR MAKING A SOLDERED JOINT BETWEEN TWO OBJECTS

**(54) Bezeichnung:** LOTMETALL UND DESSEN VERWENDUNG ZUR BILDUNG EINER LÖTVERBINDUNG ZWISCHEN ZWEI OBJEKTEN

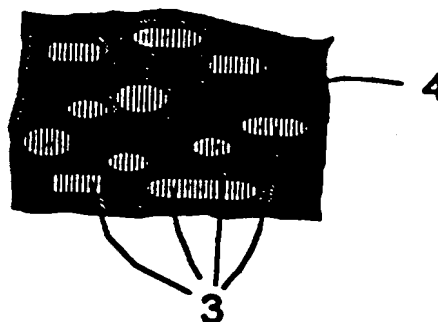
**(57) Abstract**

A solder comprises a first metal component (1), a second metal component (2) and a filler (3), in which the first metal component (1) has a higher melting point than the second (2) and in which the first metal component (1) and the molten second metal component (2) form an intermetallic phase (4) with a melting point above the working temperature at a working temperature which is below the melting point of the first component (1). The filler (3) can be wetted by the molten second metallic component (2) and is substantially insoluble at the working temperature. The solder is suitable for making a soldered joint between two objects, whereby, at a working temperature in the region of the melting point of the second metallic component (2), the soldered joint is formed by isothermal solidification as a matrix from the intermetallic phase (4), in which the filler (3) is incorporated to form an inner surface.



**(57) Zusammenfassung**

Ein Lotmetall umfaßt eine erste Metallkomponente (1), eine zweite Metallkomponente (2) und eine Füllkomponente (3), wobei die erste Metallkomponente (1) einen höheren Schmelzpunkt aufweist als die zweite Metallkomponente (2) und wobei die erste Metallkomponente (1) und die geschmolzene zweite Metallkomponente (2) bei einer Verarbeitungstemperatur kleiner dem Schmelzpunkt der ersten Metallkomponente (1) eine intermetallische Phase (4) mit einem Schmelzpunkt größer der Verarbeitungstemperatur bilden. Die Füllkomponente (3) ist von der flüssigen zweiten Metallkomponente (2) benetzbar und bei der Verarbeitungstemperatur im wesentlichen unlöslich. Das Lotmetall ist zur Bildung einer Lötverbindung zwischen zwei Objekten geeignet, wobei bei einer Verarbeitungstemperatur im Bereich des Schmelzpunkts der zweiten Metallkomponente (2) die Lötverbindung durch isotherme Erstarrung als Matrix aus der intermetallischen Phase (4) gebildet wird, in der die Füllkomponente (3) zur Bildung innerer Oberfläche eingelagert ist.



### **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

## Beschreibung

5 Lotmetall und dessen Verwendung zur Bildung einer Lötverbindung zwischen zwei Objekten.

10 Zur Herstellung einer festen Verbindung zwischen zwei Objekten, zum Beispiel einem Sensor und seinem Gehäuse, einem Bauelement und seinem Träger oder beim Fügen von Bauteilen, kann unter anderem eine Klebeverbindung, eine Schweißverbindung oder eine Lötverbindung gebildet werden. In verschiedenen Anwendungsbereichen ist es erforderlich, daß diese Verbindungen

15 hochtemperaturfest, lösungsmittelresistent, gasdicht sowie elektrisch- und wärmeleitend sind.

20 Organische Klebstoffverbindungen sind in hohen Temperaturbereichen, typisch über 400°C, nicht einsetzbar. Ferner treten bei Klebstoffverbindungen Adhäsionsprobleme in feuchter Umgebung, mangelnde chemische Resistenz gegenüber korrosiven Medien und Lösungsmitteln, geringe mechanische Stabilität und ungenügende elektrische sowie Wärmeleitfähigkeit auf.

25 Beim Schweißen wird die Oberfläche der zu verbindenden Teile geschmolzen. Die Prozeßtemperatur liegt hier über dem Schmelzpunkt der zu verbindenden Teile. Daher läßt sich diese Technik nicht anwenden, wenn sich in der Nähe der Verbindungsstelle temperaturempfindliche Bereiche befinden. Die Schweißverbindung weist eine Schmelztemperatur entsprechend dem Material der zu verbindenden Teile auf.

30

35 Verbindungen mit einer höheren Schmelztemperatur über 450°C lassen sich mit Hartloten realisieren. Die Verarbeitungstemperaturen, bei denen das Hartlot schmilzt und mit den zu verbindenden Teilen legiert, liegen im Bereich des Schmelzpunktes des Hartlots. Damit scheidet diese Möglichkeit ebenfalls aus, falls die Verbindung in temperaturempfindlicher Umgebung realisiert werden muß. Bei Anwendung hoher Temperaturen kommt

es zu Gefügeveränderungen und damit zu einer Schwächung der zu verbindenden Teile.

In C. A. MacKay, Proc. of the techn. Conf., 9th. Annual Int. Electronics Packaging Conf., IEPS, San Diego, CA, USA, 11. bis 13. September 1989, Seite 1244 bis 1259, ist vorgeschlagen worden, zur Befestigung von vereinzelt Chips auf Trägern oder Wärmesenken zwischen den zu verbindenden Objekten ein Gemisch aus zwei Metallkomponenten zu verwenden, wobei bei der Verarbeitungstemperatur die eine Metallkomponente flüssig und die andere fest ist und wobei sich die feste Komponente in der flüssigen Komponente löst, was zur Aushärtung des Gemisches führt. Bei Überschreitung der Solidus-Kurve im Phasendiagramm hat sich das Gemisch vollständig verfestigt.

Bei der Lösung der festen Komponente in der flüssigen Komponente kommt es zur Ausbildung einer intermetallischen Phase, deren Schmelzpunkt oberhalb der Schmelzpunkte der niedrigschmelzenden Metallkomponente und damit der Verarbeitungstemperatur liegt. Es hat sich gezeigt, daß die intermetallischen Phasen brüchig sind, so daß die mechanische Festigkeit einer auf diese Weise gebildeten Verbindung begrenzt ist.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, ein Lotmetall anzugeben, das in einem Lötverfahren bei einer geringeren Verarbeitungstemperatur als dem Schmelzpunkt der auf diese Weise hergestellten Lötverbindung einsetzbar ist und mit dem gleichzeitig eine Lötverbindung erhöhter mechanischer Stabilität herstellbar ist. Ferner liegt der Erfindung das Problem zugrunde, ein Verfahren zur Bildung einer Lötverbindung unter Verwendung eines solchen Lotmetalles anzugeben.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Lotmetall gemäß Anspruch 1 sowie ein Verfahren gemäß Anspruch 7. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den übrigen Ansprüchen hervor.

Das erfindungsgemäße Lotmetall umfaßt neben einer ersten hochschmelzenden Metallkomponente und einer zweiten niedrigschmelzenden Metallkomponente eine Füllkomponente. Bei einem Lötvorgang unter Verwendung des erfindungsgemäßen Lotmetalls wird das Lotmetall auf eine Verarbeitungstemperatur erhitzt, bei der die zweite Metallkomponente schmilzt. Die flüssige zweite Metallkomponente reagiert mit der ersten Metallkomponente zu einer intermetallischen Phase, deren Schmelzpunkt oberhalb der Verarbeitungstemperatur liegt. Das Vorhandensein der Füllkomponente dabei führt dazu, daß sich eine Matrix aus der intermetallischen Phase bildet, die innere Oberflächen aufweist. Durch diese inneren Oberflächen wird die mechanische Stabilität der Lötverbindung verbessert.

Die Erfindung macht sich dabei die Erkenntnis zunutze, daß die beobachtete Sprödigkeit von Schichten aus intermetallischen Phasen erst bei größeren Schichtdicken, typisch größer einige 10 µm, auftritt. Weisen Schichten aus intermetallischen Phasen eine Dicke von wenigen µm auf, so verlaufen Risse nur bis zu einer der Oberflächen der Schicht. Auf diese Weise wird ein Bruch aufgehalten. In einer Lötverbindung, die unter Verwendung des erfindungsgemäßen Lotmetalls gebildet wird, verhindern die inneren Oberflächen in der Matrix aus der intermetallischen Phase durchgehende Risse und verbessern so die mechanische Festigkeit der Verbindung. Das erfindungsgemäße Lotmetall ist daher auch geeignet zur Herstellung von Lötverbindungen mit großer Schichtdicke. Insbesondere können damit Lötverbindungen zwischen nicht planaren Oberflächen zum Beispiel zwischen gebogenen und tief gezogenen Blechen, wie sie beim Packaging vorkommen, oder zur Befestigung eines Sensors in einer Durchführungsbuchse verwendet werden. Mit dem erfindungsgemäßen Lotmetall lassen sich Lötverbindungen mit einer Dicke bis in den Millimeterbereich mit zufriedenstellender mechanischer Festigkeit herstellen.

Als Füllkomponente eignet sich ein körniges Material, das sich mit guter Homogenität mit der ersten Metallkomponente

und der zweiten Metallkomponente vermischen läßt. Die Füllkomponente ist von der flüssigen zweiten Metallkomponente benetzbar und ist in der flüssigen zweiten Metallkomponente bei der Verarbeitungstemperatur im wesentlichen unlöslich.

5

Die Verwendung einer sogenannten Tinte mit vier Komponenten zum Verlöten von Bauelementen in Gehäusen ist zwar aus EP 0 110 307 B1 bekannt. Dort wird eine Tinte, die eine hochschmelzende erste Metallkomponente, eine niedrigschmelzende zweite Metallkomponente, einen Binder und ein Lösungsmittel umfaßt, bereitgestellt. Zum Verlöten des Bauelementegehäuses wird das Gehäuse mit der Tinte zunächst soweit erhitzt, daß das Lösungsmittel entweicht. Bei weiterem Erhitzen schmilzt die niedrigschmelzende zweite Metallkomponente. Gleichzeitig entweicht der Binder. Bei weiterem Erhitzen kommt es zu einer teilweisen Lösung der hochschmelzenden ersten Metallkomponente in der niedrigschmelzenden zweiten Metallkomponente, ohne dabei eine intermetallische Phase zu bilden, die als brüchig bezeichnet wird.

20

Für die erste Metallkomponente in dem erfindungsgemäßen Lotmetall sind insbesondere Kupfer, Nickel, Zinn, Chrom, Eisen, Silber, Blei, Zink, Mangan, Palladium, Vanadium, Kobalt, Gold oder Antimon geeignet. Für die zweite Metallkomponente in dem erfindungsgemäßen Lotmetall sind Quecksilber, Gallium, Indium, Zinn, Blei oder Wismut sowie ihre Legierungen geeignet, wobei die Kombination von erster Metallkomponente und zweiter Metallkomponente jeweils bezüglich ihrer Schmelzpunkte und möglicher intermetallischer Phasen aufeinander abgestimmt werden muß.

30

Um die Materialeigenschaften der fertigen Lötverbindung, etwa Elastizität oder Härte zu beeinflussen, liegt es im Rahmen der Erfindung, die zweite Metallkomponente insbesondere mit Bor zu dotieren. Dazu sind Dotierstoffkonzentrationen im Bereich 0,05 Gewichtsprozent ausreichend.

35

- Die Reaktionszeit bei der Ausbildung der intermetallischen Phase ist abhängig von der Oberfläche der ersten Metallkomponente. Über die Form und die Oberflächenbeschaffenheit der ersten Metallkomponente kann die Zeit, die für das Aushärten der Lötverbindung erforderlich ist, eingestellt werden. Dabei liegt es insbesondere im Rahmen der Erfindung, die erste Metallkomponente als Pulver zu verwenden, wobei die Oberfläche der Pulverkörner mit einer porösen Schicht, zum Beispiel einem Oxid, versehen ist. Die poröse Schicht verlangsamt die Ausbildung der intermetallischen Phase. Die poröse Schicht ist zum Beispiel aus Oxid gebildet. Als erste Metallkomponente mit diesen Eigenschaften ist zum Beispiel Kupferpulver geeignet, das oberflächlich oxidiert ist.
- Für die Füllkomponente ist insbesondere Eisen, Titan, Aluminium, Wolfram, Silizium, Glas oder Keramik geeignet. Als Füllkomponente ist auch eines der hochschmelzenden Metalle, die als erste Metallkomponente geeignet sind, geeignet, das jeweils so auszuwählen ist, daß es an der Reaktion zwischen erster Metallkomponente und zweiter Metallkomponente nicht teilnimmt. Die Korngröße liegt im Bereich 10 µm. Zur Verbesserung der Benetzbarkeit können die Körner von einer benetzbaren Schicht zum Beispiel aus TiN umgeben sein.
- Die mechanische Stabilität der fertigen Lötverbindung ist abhängig vom Abstand benachbarter Körner der Füllkomponente. Um diesen Abstand zu begrenzen, ist es vorteilhaft, die Füllkomponente als Pulver mit einem Gemisch verschieden großer Körner vorzusehen, deren Dichte und Größe so bemessen ist, daß sie den Raum optimal dicht ausfüllen. Derartige Größenverteilungen entsprechen Siebkurven bei Zuschlagsstoffen im Betonbau.
- Alternativ kann die Ausfüllung der Lötverbindung mit der Füllkomponente durch Verwendung abgeflachter Plättchen als Füllkomponente vergrößert werden.



Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung werden im Lotmetall die Mengen der ersten Metallkomponente und der zweiten Metallkomponente so bemessen, wie es der Stöchiometrie in der intermetallischen Phase mit dem höchsten Anteil der ersten Metallkomponente sowie der Löslichkeit der zweiten Metallkomponente in der ersten Metallkomponente entspricht. Als Füllkomponente wird dann weiteres Material der ersten Metallkomponente verwendet. In der geschmolzenen zweiten Metallkomponente bildet sich dann eine gesättigte Lösung der ersten Metallkomponente und dieses zusätzliche Material bleibt darin ungelöst und bewirkt innere Oberflächen in der Matrix. Bei Verwendung einer Kombination von erster Metallkomponente und zweiter Metallkomponente, in der mehrere intermetallische Phasen gebildet werden können, muß für diese Ausführungsform die intermetallische Phase mit dem größten Anteil an der ersten Metallkomponente gebildet werden, die zugleich den höchsten Schmelzpunkt hat.

Um die Benetzung der Oberflächen beim Lötvorgang zu verbessern, ist es vorteilhaft, wenn das Lotmetall zusätzlich ein Flußmittel umfaßt. Dieses wird insbesondere in Pulverform zugegeben. Vorzugsweise wird das in der Elektronik gebräuchliche Kollophonium verwendet, das bei Erwärmung auf die Verarbeitungstemperatur eine schwache organische Säure entwickelt, die die Oberflächen der zu verlötenden Objekte anätzt. Wegen seines kleineren spezifischen Gewichts und seiner im Vergleich zur geschmolzenen zweiten Metallkomponente niedrigeren Oberflächenspannung wird es beim Lötvorgang an den Rand der Lötverbindung gedrängt. Dort wird es nach Fertigstellung der Lötverbindung mit einem milden Lösungsmittel, zum Beispiel Isopropanol, entfernt.

Das erfindungsgemäße Lotmetall kann als Pulvergemisch unterhalb des Schmelzpunktes der zweiten Metallkomponente gelagert werden. Darüber hinaus liegt es im Rahmen der Erfindung, das Pulvergemisch als flüssige Suspension in ein organisches Lösungsmittel, zum Beispiel Isopropanol, einzurühren, das wäh-

rend des Lötvorgangs verdampft, oder zu einer Paste, ähnlich konventionellen Lötfitzen, zu verarbeiten.

5 Ferner liegt es im Rahmen der Erfindung, die erste Metallkomponente, die zweite Metallkomponente und die Füllkomponente im wesentlichen homogen zu vermischen und zu einem Draht zu pressen. Dieses erfolgt bei einer Temperatur unterhalb der Schmelztemperatur der niedrighschmelzenden zweiten Metallkomponente. Bei Verwendung eines Flußmittels kann dieses der Mischung vor der Bildung des Drahtes zugegeben werden oder als Beschichtung außen auf dem Draht oder als Füllung eines hohlen Drahtes aufgebracht werden.

15 Zur Bildung einer Lötverbindung zwischen zwei Objekten wird das Lotmetall zwischen die Objekte gebracht, so daß beide Objekte mit dem Lotmetall in Kontakt stehen. Anschließend wird mindestens das Lotmetall auf die Verarbeitungstemperatur erhitzt. Das Erhitzen des Lotmetalls erfolgt zum Beispiel mit einem LötKolben, dessen Spitze eine nicht benetzbare Oberfläche aufweist. Dazu wird die LötKolbenspitze mit einem hochtemperaturbeständigen organischen Überzug, zum Beispiel einer Teflonbeschichtung, versehen. Alternativ besteht die LötKolbenspitze aus einem nicht benetzbaren Metall wie zum Beispiel Tantal oder Wolfram, aus einem Metalloxid, zum Beispiel Aluminiumoxid oder Keramik. Die nicht benetzbare Oberfläche der LötKolbenspitze stellt sicher, daß beim Lötvorgang kein Zusammenlegieren der LötKolbenspitze mit der entstehenden Lötverbindung auftritt. Alternativ wird das Lotmetall mit Hilfe eines Heißluftgebläses mit einer feinen Düse, wie es vom Kunststoffschweißen her bekannt ist, oder durch induktive Erwärmung mit einer Induktionsspule erhitzt. Das Erhitzen kann auch durch eine Lötflamme oder im Ofen erfolgen.

35 Das Einbringen des Lotmetalls zwischen die beiden Objekte kann zum Beispiel in Form eines Drahtes, wie oben erläutert, erfolgen. Ferner kann eine Lotpaste mit Siebdruck aufgedruckt werden. Das Lotmetall kann auch zu Folien gepreßt werden, aus

denen Formteile ausgestanzt werden, die zwischen die zu verbindenden Objekte gelegt werden. Schließlich liegt es im Rahmen der Erfindung, zur Bildung einer großflächigen Lötverbindung zwischen ebenen Teilen die erste Metallkomponente, zweite Metallkomponente und Füllkomponente als Beschichtung aufzubringen.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen und Figuren näher erläutert.

10

Figur 1 zeigt ein Lotmetall mit einer ersten Metallkomponente, einer zweiten Metallkomponente und einer Füllkomponente.

15

Figur 2 zeigt das Lotmetall nach Bildung einer Matrix aus einer intermetallischen Phase mit eingelagerter Füllkomponente.

20

Figur 3 zeigt zwei Objekte, die durch eine Lötverbindung miteinander verbunden sind.

Ein Lotmetall umfaßt eine erste Metallkomponente 1, eine zweite Metallkomponente 2 und eine Füllkomponente 3 (siehe Figur 1). Die erste Metallkomponente 1, die zweite Metallkomponente 2 und die Füllkomponente 3 sind im wesentlichen homogen vermischt. Zur leichteren Verarbeitbarkeit sind sie zum Beispiel in einem Lösungsmittel oder einer Paste (nicht dargestellt) als Suspension enthalten.

30

Die erste Metallkomponente weist einen Schmelzpunkt auf, der oberhalb des Schmelzpunktes der zweiten Metallkomponente liegt. Die erste Metallkomponente löst sich bei einer Verarbeitungstemperatur im Bereich des Schmelzpunktes der zweiten Metallkomponente 2 unter Bildung einer intermetallischen

35

Phase 4 (siehe Figur 2), deren Schmelzpunkt oberhalb des Schmelzpunktes der zweiten Metallkomponente 2 liegt. Dadurch bildet sich während des Lösungsvorgangs der ersten Metall-

komponente 1 in der geschmolzenen, das heißt flüssigen zweiten Metallkomponente 2 durch isotherme Erstarrung eine feste Matrix aus der intermetallischen Phase 4. In der Matrix aus der intermetallischen Phase 4 bleibt die Füllkomponente 3 eingelagert. Dadurch werden in der Matrix der intermetallischen Phase 4 innere Oberflächen gebildet, an denen bei mechanischer Belastung Risse enden, ohne sich durch die gesamte Matrix fortsetzen zu können.

- 10 In der nachfolgenden Tabelle sind Beispiele für die erste Metallkomponente 1, die zweite Metallkomponente 2, die Füllkomponente 3 sowie die Verarbeitungstemperatur und der Schmelzpunkt der intermetallischen Phase angegeben.

erste Metallkomponente 1	zweite Metallkomponente 2	Füllkomponente 3	Mischungsverhältnis erste Metallkomponente 1 zu zweite Metallkomponente 2 (Gewichtsverhältnis)	Verarbeitungstemperatur (°C)	Schmelzpunkt der Lotverbindung (°C)
Cu	In	Al	>60:40	ca. 170	> 650
Cu	Sn	Si	>65:35	ca. 250	> 700
Cu	Ga	Si	>65:35	ca. 50	> 800
Ni	Ga	W	>60:40	ca. 50	>1100
Ni	In	Fe	>30:70	ca. 170	> 900
Ni	Sn	Si	>40:60	ca. 250	>1130
Fe	Sn	Cr	>60:40	ca. 250	> 900
Ni	Bi	Cu	>70:30	ca. 300	> 650

15 Zur Bildung einer Lotverbindung 5 zwischen einem ersten Objekt 6 und einem zweiten Objekt 7 (siehe Figur 3) wird das Lotmetall so zwischen das erste Objekt 6 und das zweite Objekt 7 gebracht, daß es sowohl mit der Oberfläche des ersten

10

Objekts 6 als auch mit der Oberfläche des zweiten Objekts 7 in Verbindung steht. Durch Erhitzen des Lotmetalls auf die Verarbeitungstemperatur schmilzt die zweite Metallkomponente, löst sich die erste Metallkomponente in der geschmolzenen  
5 zweiten Metallkomponente und bildet sich die Lötverbindung durch isotherme Erstarrung als Matrix aus der intermetallischen Phase 4 mit der eingelagerten Füllkomponente 3. Die Erwärmung des Lotmetalls erfolgt zum Beispiel mit Hilfe eines Heißluftgebläses mit einer feinen Düse oder induktiv über  
10 eine Induktionsspule.

## Patentansprüche

## 1. Lotmetall

- 5 - mit einer ersten Metallkomponente (1) und einer zweiten Metallkomponente (2), von denen die erste Metallkomponente (1) einen höheren Schmelzpunkt als die zweite Metallkomponente (2) aufweist, und die bei einer Verarbeitungstemperatur zwischen dem Schmelzpunkt der zweiten Metallkomponente und dem Schmelzpunkt der ersten Metallkomponente (1) zu einer intermetallischen Phase (4) mit einem Schmelzpunkt größer der Verarbeitungstemperatur reagieren,
- 10
- 15 - mit einer Füllkomponente (3), die von der flüssigen, zweiten Metallkomponente (2) benetzbar ist und die bei der Verarbeitungstemperatur zur Bildung der intermetallischen Phase (4) im wesentlichen unlöslich ist.

## 2. Lotmetall nach Anspruch 1,

- 20
- bei dem die erste Metallkomponente (1) mindestens einen der Stoffe Kupfer, Nickel, Zinn, Gold, Chrom, Eisen, Blei, Silber, Zink, Mangan, Palladium, Vanadium, Kobalt oder Antimon enthält,
- 25
- bei dem die zweite Metallkomponente (2) mindestens einen der Stoffe Quecksilber, Gallium, Indium, Zinn, Wismut, Blei oder deren Legierungen enthält.

## 3. Lotmetall nach Anspruch 2,

30 bei dem die zweite Metallkomponente (2) zusätzlich mit einer Dotierung aus Bor im Konzentrationsbereich 0,01 Gewichtsprozent bis 0,1 Gewichtsprozent versehen ist.

## 4. Lotmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

12

bei dem die Füllkomponente (3) einen der Stoffe Eisen, Titan, Keramik, Glas, Aluminium, Wolfram, Silizium oder metallisierten Kunststoff enthält.

5 5. Lotmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

- bei dem die erste Metallkomponente (1) und die zweite Metallkomponente (2) in Mengen entsprechend der Stöchiometrie der intermetallischen Phase (4) vorgesehen sind,

10

- bei dem die Füllkomponente (3) aus dem Material der ersten Metallkomponente (1) besteht.

6. Lotmetall nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

15 bei dem zusätzlich ein Flußmittel vorgesehen ist, das bei der Bildung der intermetallischen Phase (4) eine Säure bildet.

7. Verfahren zur Bildung einer Lötverbindung zwischen zwei Objekten,

20

- bei dem zwischen die Objekte (6, 7) ein Lotmetall gebracht wird, das eine im wesentlichen homogene Mischung aus einer ersten Metallkomponente (1), einer zweiten Metallkomponente (2) und einer Füllkomponente (3) umfaßt, wobei die erste  
25 Metallkomponente (1) einen höheren Schmelzpunkt als die zweite Metallkomponente (2) aufweist und wobei die erste Metallkomponente und die zweite Metallkomponente bei einer Verarbeitungstemperatur im Temperaturbereich zwischen dem Schmelzpunkt der zweiten Metallkomponente (2) und dem  
30 Schmelzpunkt der ersten Metallkomponente (1) zu einer intermetallischen Phase mit einem Schmelzpunkt größer der Verarbeitungstemperatur reagieren,

35

- bei dem mindestens das Lotmetall auf eine Verarbeitungstemperatur erhitzt wird, die größer gleich dem Schmelzpunkt der zweiten Metallkomponente (2) und kleiner dem Schmelzpunkt der ersten Metallkomponente (1) ist, so daß die zwei-

te Metallkomponente (2) schmilzt und die erste Metallkomponente mit der flüssigen zweiten Metallkomponente (1) unter Bildung einer intermetallischen Phase (4) reagiert, die die Lötverbindung bildet, die bei der Verarbeitungstemperatur fest ist und die bedingt durch die Füllkomponente (3) als Matrix mit inneren Oberflächen erstarrt.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

- 10 - bei dem die erste Metallkomponente (1) einen der Stoffe Kupfer, Nickel, Zinn, Gold, Chrom, Eisen, Blei, Silber, Zink, Mangan, Palladium, Vanadium, Kobalt oder Antimon enthält,
- 15 - bei dem die zweite Metallkomponente mindestens einen der Stoffe Quecksilber, Gallium, Indium, Zinn, Wismut, Blei oder ihre Legierungen enthält.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,

- 20 bei dem die Füllkomponente (3) feste Bestandteile umfaßt, die bei der Verarbeitungstemperatur nicht schmelzen, die von der flüssigen zweiten Metallkomponente (2) benetzt werden und die zur Bildung der inneren Oberfläche in die Matrix aus der intermetallischen Phase (4) eingelagert werden.

25 10. Verfahren nach Anspruch 9,  
bei dem die Füllkomponente (3) einen der Stoffe Eisen, Titan, Keramik, Aluminium, Wolfram, Silizium, Glas oder metallisierter Kunststoff enthält.

30 11. Verfahren nach Anspruch 9,

- 35 - bei dem das Lotmetall die erste Metallkomponente (1) und die zweite Metallkomponente (2) jeweils in Mengen entsprechend der Stöchiometrie der intermetallischen Phase (4) enthält,



14

- bei dem die Füllkomponente (3) aus dem Material der ersten Metallkomponente (1) besteht.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11,
- 5 bei dem dem Lotmetall ein Flußmittel zugesetzt wird, das die miteinander zu verlötenden Oberflächen der Objekte (6, 7) anätzt und das bei der Verarbeitungstemperatur aus dem Lotmetall entweicht.

1/1

FIG 1

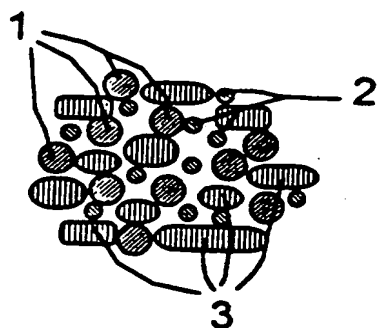


FIG 2

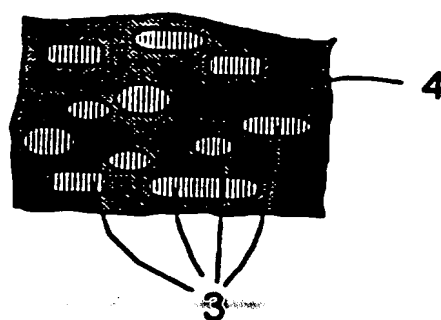
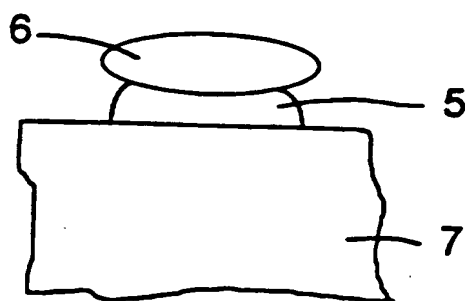


FIG 3



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 95/01742

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 B23K35/26 B23K35/02 B23K35/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,5 053 195 (C.A. MACKAY) 1 October 1991 see the whole document ---	1,2,4,5, 7-11
X	IEEE MICRO, vol. 13, no. 2, April 1993 NEW YORK US, pages 46-58, XP 000355418 C.A. MACKAY 'Amalgams for Improved Electronics Interconnection' see page 49 - page 50 ---	1,5,7,11
X	DE,A,37 40 773 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) 15 June 1989 see the whole document ---	1,7
A	DE,A,43 01 728 (HITACHI) 29 July 1993 ---	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 April 1996

Date of mailing of the international search report

23.04.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Mollet, G

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern al Application No  
PCT/DE 95/01742

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US,A,4 863 090 (B. LIPPEY) 5 September 1989 ---	
A	GB,A,2 202 860 (TDK CORPORATION) 5 October 1988 ---	
A	FR,A,2 706 139 (THOMSON-CSF) 16 December 1994 -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 95/01742

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-5053195	01-10-91	US-A- 5225157	06-07-93
DE-A-3740773	15-06-89	NONE	
DE-A-4301728	29-07-93	JP-A- 6077286	18-03-94
		US-A- 5476726	19-12-95
US-A-4863090	05-09-89	NONE	
GB-A-2202860	05-10-88	JP-A- 63238994	05-10-88
		CA-A- 1330168	14-06-94
		DE-A- 3807424	06-10-88
		FR-A- 2612822	30-09-88
		US-A- 4834794	30-05-89
FR-A-2706139	16-12-94	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 95/01742

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 B23K35/26 B23K35/02 B23K35/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,5 053 195 (C.A. MACKAY) 1.Oktober 1991 siehe das ganze Dokument ---	1,2,4,5, 7-11
X	IEEE MICRO, Bd. 13, Nr. 2, April 1993 NEW YORK US, Seiten 46-58, XP 000355418 C.A. MACKAY 'Amalgams for Improved Electronics Interconnection' siehe Seite 49 - Seite 50 ---	1,5,7,11
X	DE,A,37 40 773 (PHILIPS PATENTVERWALTUNG GMBH) 15.Juni 1989 siehe das ganze Dokument ---	1,7
A	DE,A,43 01 728 (HITACHI) 29.Juli 1993 ---	
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen and der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*A\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

4.April 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23.04.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mollet, G

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: des Aktenzeichens  
PCT/DE 95/01742

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US,A,4 863 090 (B. LIPPEY) 5.September 1989	
A	GB,A,2 202 860 (TDK CORPORATION) 5.Oktober 1988	
A	FR,A,2 706 139 (THOMSON-CSF) 16.Dezember 1994	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung..., die zur selben Patentfamilie gehören

Intern: des Aktenzeichens  
PCT/DE 95/01742

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-5053195	01-10-91	US-A- 5225157	06-07-93
DE-A-3740773	15-06-89	KEINE	
DE-A-4301728	29-07-93	JP-A- 6077286	18-03-94
		US-A- 5476726	19-12-95
US-A-4863090	05-09-89	KEINE	
GB-A-2202860	05-10-88	JP-A- 63238994	05-10-88
		CA-A- 1330168	14-06-94
		DE-A- 3807424	06-10-88
		FR-A- 2612822	30-09-88
		US-A- 4834794	30-05-89
FR-A-2706139	16-12-94	KEINE	